

소음지도 형태에 따른 소음노출인구 비교 연구

A Comparative Study on the Noise Exposed Population for Noise Map Types

박 인 선* · 박 재 식** · 박 상 규†
In Sun Park, Jae Sik Park and Sang Kyu Park

(Received January 6, 2012 ; Revised February 1, 2013 ; Accepted February 1, 2013)

Key Words : Noise Exposed Population(소음노출인구), Noise Map(소음지도)

ABSTRACT

Assessment of noise exposed population is to check the environmental noise level and social influence in order to reduce the risks such as annoyance and disturbance that are generated by environmental noise. Also, this method suggests the preferential noise abatement policy and action plan by accurately finding the area that the noise causes harmful effect to human health. Recently, a noise map, which can predict noise in comprehensive areas, is used for the assessment of noise exposed population, breaking from the methods using existing measures. In particular, countermeasure for the noise can be considered more effectively by using assessment methods of noise exposed population for specific noise levels, areas, and building types which are the main input factors in noise maps. In this study, assessment methods of noise exposed population by using 2 dimensional noise map are compared with those by 3 dimensional noise map.

1. 서 론

소음노출인구 산정은 환경소음에 의해 발생하는 성가심, 수면장애 등과 같은 위해성을 저감시키기 위하여 환경소음의 크기 및 사회에 미치는 영향을 확인하기 위한 방법으로서, 소음노출로 인해 주민의 건강에 해가되는 지역의 정확한 평가를 통해 효과적인 소음저감정책과 대응책을 제시한다^(1~4). 이러한 소음노출인구 산정은 소음지도 제작형태, 인구 및 주거정보 등에 따라 2차원(2D)형태의 소음지도와 3차원(3D)형태의 소음지도를 이용한 산정방법으로 구분할 수 있다^(5~8).

이 연구에서는 이와 같은 두 가지 형태의 소음지도를 이용한 소음노출인구의 비교를 통해 산정조건에 따른 적절한 방법을 제시하고자 한다.

2. 소음지도 제작

소음노출인구산정을 위한 소음지도 제작은 소음지도의 형태와 인구정보에 따라 2D형태의 소음지도와 3D형태의 소음지도로 구분된다.

2D형태의 소음지도는 GIS에서의 일정소음에 노출된 면적을 계산하기 위하여 일정 높이에서 평면적인 소음지도를 제작하는 것을 의미하며 3D형태의 소음지도는 건물의 층별 소음도를 계산하기 위하여

† Corresponding Author ; Environmental Engineering, Yonsei University
E-mail : tankpark@yonsei.ac.kr

Tel : +82-33-760-2442, Fax : +82-33-760-2919

* Member, Hyundai Engineering & Construction

** Member, Environmental Engineering, Yonsei University

‡ Recommended by Editor Seung Bok Choi

© The Korean Society for Noise and Vibration Engineering

건물외관에 일정 간격의 수음점을 분포시켜 입체적인 소음지도도를 제작하는 것을 의미한다.

2.1 소음지도제작

이 연구의 대상지역은 주변에 고층건물이 많고 교통량이 일정한 서울시 서초구 OO동 일대를 선정하였으며, 대상지역의 면적은 약 0.8 km²이며, 사무용 건물을 제외한 주거건물(residential building)의 주거인구는 약 15,100명이다.

지형정보는 대상지역에 해당하는 1:5000 수치지도를 사용하였으며, 제작에 필요한 레이어를 추출하여 객체변환을 하였다. 또한 지형고도는 수치지도의 등고선을 이용한 DGM(digital ground map)계산을 통해 얻었다.

기초조사를 통해 얻은 교통정보, 건물정보, 수음점 등의 속성정보는 지형정보의 각 객체와 연결하였으며, 예측모델의 계산은 SoundPLAN(Ver. 6.4, SoundPLAN社)을 사용하였으며, 예측식은 RLS90을 사용하였다.

Facade의 수음점은 층별로 생성하여 계산하였으며, 계산반경(search radius)은 1,500 m이다.

2.2 제작결과

Fig. 1은 2D형태의 소음지도이고 5 dB 간격으로 소음도를 표현하였으며, 해석높이는 1.5 m이다.

Fig. 2는 3D형태의 소음지도이며, 건물의 층별 소음도를 계산하였다. 층별 소음도는 소음노출인구 산정시 건물정보 및 주거형태와의 관계형 데이터베이스형성을 위하여 건물별 Key ID를 설정하여 정리하였다.

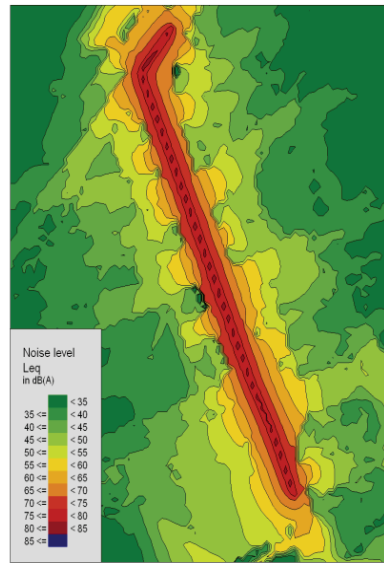


Fig. 2 Noise map in Seocho-Gu(2D)

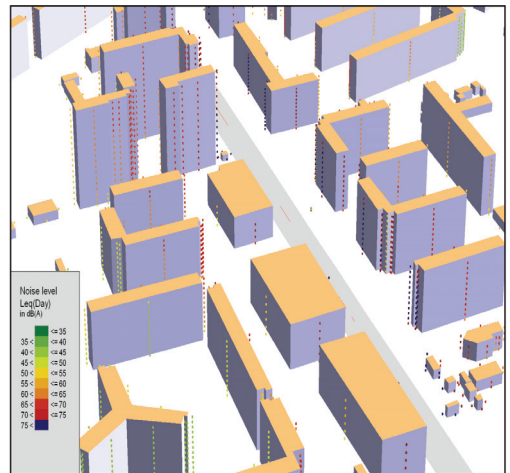


Fig. 3 Noise map in Seocho-Gu(3D)

3. 소음노출인구 산정

3.1 2D 형태의 소음지도

(1) 폴리곤 형성

2D형태의 소음지도와 속성정보(인구밀도, 노출면적)의 일대일 관계형 데이터베이스 형성을 위하여, 노출범위를 중심으로 폴리곤을 형성한다. 여기서 폴리곤은 shape형태의 고유한 데이터 필드를 갖는다.

동일한 지역 내에 같은 성질을 갖는 다수의 폴리곤이 존재할 경우는 polygon union을 통해 하나의 shape형태를 형성할 수 있도록 하였다.

위 과정을 통해 형성된 노출범위별 폴리곤은 각각의 고유한 ID를 부여하여 데이터베이스를 형성하였다.

(2) 공간통계분석

ArcGIS ver 9.1(ESRI)에서 폴리곤으로 형성된 shape 파일에 존재하는 노출범위별 면적을 구하기 위해 map calculator를 이용하여 면적을 계산하였다. 결과는 노출범위별 필드를 생성하여 폴리곤의 속성 데이터를 형성하였다. Table 1은 노출범위에 따른

Table 1 Noise exposed area

Noise level Unit : dB(A)	Exposed area Unit : km ²
< 35	0.16844
≤ 35 and < 40	0.19401
≤ 40 and < 45	0.10765
≤ 45 and < 50	0.11626
≤ 50 and < 55	0.06557
≤ 55 and < 60	0.03475
≤ 60 and < 65	0.02697
≤ 65 and < 70	0.03415
≤ 70 and < 75	0.03498
≤ 75 and < 80	0.01613
≤ 80 and < 85	0.00219
≤ 85	0.00002

노출면적을 계산한 결과이다.

(3) 소음노출인구산정

공간통계분석결과에서 노출면적과 인구밀도의 상관분석을 통하여 노출범위별 소음노출인구 및 소음노출세대수를 구한다. 소음노출인구(Nep)는 공간분석을 통해 얻은 노출범위별 노출면적(Ai), 해당지역의 인구밀도(PDj)의 곱으로 정의된다.

소음노출인구를 산정한 결과는 Table 2와 같으며, 노출범위는 35~85 dB(A)이다.

3.2 3D형태의 소음지도

주거지역의 밀집과 고층화로 인하여 소음노출의 평면적 해석 및 인구밀도와 면적을 이용한 소음노출인구산정방법은 공간적인 평가에 한계가 있으므로, 본 연구에서는 일반적인 3차원 해석보다 향상된 건물외관 소음지도를 제작하여 주거건물의 층별 소음도와 행정지역, 건물의 용도, 거처의 종류를 고려한 층별 주거인구의 공간통계분석을 통하여 향상된 소음노출인구 산정방법을 제시하였다.

(1) 데이터베이스 형성

소음노출인구 산정방법은 크게 3가지의 데이터베이스 형성 과정이 필요하며, 그 내용은 다음과 같다.

Table 2 Result of noise exposed population using 2D noise map

Noise level dB(A)	Exposed household		Exposed population(N _{ep})	
	District		District	
	Gu	Dong	Gu	Dong
≤35 and <40	649	1,467	1,709	3,669
≤40 and <45	360	814	948	2,036
≤45 and <50	389	879	1,024	2,199
≤50 and <55	219	496	577	1,240
≤55 and <60	116	263	306	657
≤60 and <65	90	204	238	510
≤65 and <70	114	258	301	646
≤70 and <75	117	264	308	662
≤75 and <80	54	122	142	305
≤80 and <85	7	17	19	41
Household density Household/km ²			3,347	7,561
Population density(PDj) Person/km ²			8,807	18,911

첫째, 건물외관 소음지도(3D) 제작을 통해 주거건물의 층별 소음도를 계산하여 건물별 소음 데이터베이스를 형성한다.

둘째, 디지털 수치지도와 기초조사를 통해 얻은 속성정보를 이용하여 건물정보 데이터베이스를 형성한다. 형성된 데이터베이스는 건물의 층, 높이 등의 기본적인 정보와 공간분석을 통한 건물 바닥면적의 계산결과를 포함한다.

셋째, 인구총조사 메타 DB의 sorting을 통하여 행정구역, 건물의 용도, 거처의 종류에 따른 가구당 주거면적 및 1인당 주거면적을 조사하여 국내 주거형태정보의 데이터베이스를 구축한다. 데이터베이스의 형성 후 각각의 데이터베이스는 건물의 고유 ID를 이용하여 관계형 데이터베이스를 형성한다.

해당 지역의 디지털 수치지도와 기초조사를 통해 얻은 건물의 층, 높이 등의 기본적인 정보와 공간분석을 통한 건물 바닥면적 및 건물 총 면적을 계산하였다.

기존 연구에서 건물의 용도, 거처의 종류(아파트,

Table 3 Living space in Korea for House type(unit : Pyeong(1 Pyeong = 3.30579 m²))

Section	Living space /household	Living space /1 person
Seoul city(mean)	19.12	6.63
Seocho-Gu	25.63	8.82
Residential building(total)	26.14	8.9
Detached house	18.43	7.35
Apartment	30.48	9.64
Row house	36.58	11.3
Multiplex house	21.77	7.43
House at non-residential building	19.53	7.91
Abode except house(total)	7.9	4.22

연립주택, 단독주택 등)에 따른 주거환경을 고려하지 못하였으나, 이 연구에서는 통계청의 인구 총조사 메타DB를 이용하여 행정구역, 건물의 용도, 거처의 종류에 따른 한국인의 1인당 주거면적을 계산하였으며, 그 결과는 Table 3과 같다.

(2) 소음노출인구산정

소음노출인구 산정방법은 주거건물의 주거인구 결정을 통해 층별 주거인구를 계산하고, 계산된 결과는 건물외관 소음지도의 층별 소음도 결과와 공간 통계분석을 통해 소음노출인구를 산정한다.

주거건물의 주거인구결정은 빌딩의 고유ID와 거처의 종류로 정리된 건물바닥면적에 건물의 층수를 곱한 건물의 전체면적을 해당건물에 해당하는 국내 주거형태에 따른 1인당 주거면적으로 나누어 계산하며, 보다 정확한 주거인구결정을 위한 conversion factor는 해당지역의 주거건물의 주거인구수의 합을 해당지역의 인구로 나누어 결정한다.

소음노출인구 산정은 건물외관 소음지도의 층별 소음도 결과에서 일정 소음도(5 dB 간격)에 노출된 i, j 건물의 층수와 해당 i, j 건물의 층별 주거인구를 곱하여 소음노출인구를 산정하며, 결과는 Table 4와 같다.

Table 4 Result of noise exposed population using 3D noise map

Noise level dB(A)	Noise exposed population	Noise exposed population (conversion factor)
≤35 and <40	1,344	1,371
≤40 and <45	1,053	1,074
≤45 and <50	1,442	1,471
≤50 and <55	1,949	1,989
≤55 and <60	3,836	3,913
≤60 and <65	1,419	1,447
≤65 and <70	3,263	3,329
≤70 and <75	494	504

Table 5 Comparison with actual dwelling population

Section	Total population	Error
Actually dwelling population	15,100	-
2D noise map (Gu)	5,572	9,528(63.09 %)
2D noise map (Dong)	11,965	3,135(20.76 %)
3D noise map (not C.F)	14,800	300(1.99 %)

대상지역의 소음노출인구는 소음도 55~60 dB(A)에서 가장 큰 노출을 보였으며, 70 dB(A)이상의 소음에 노출된 인구는 504명이었다.

3.3 소음노출인구산정방법의 비교

소음노출인구산정방법의 적합성을 평가하기 위하여 인구밀도의 구분(행정지역 : 구(ward), 동(village))에 따른 2D형태의 소음지도를 이용한 산정방법과 3D형태의 건물외관 소음지도를 이용한 산정방법의 노출인구산정결과와 실제 인구와의 오차는 Table 5와 같다.

실제인구와의 비교결과 3D형태의 소음지도와 한국인의 지역별 주거형태를 이용한 산정방법이 실제 인구와 유사한 결과를 보였으며, 2D형태의 소음지도를 이용한 산정에서는 세분화된 인구밀도 정보가 보다 정확한 결과를 가져왔다.

Table 6은 소음도에 따른 노출인구산정 결과를 비교

Table 6 Comparison of noise exposed population by 2D with 3D

Noise level dB(A)	Noise exposed population		
	2D noise map		3D noise map
	Gu	Dong	
≤35 and <40	1,709	3,669	1,371
≤40 and <45	948	2,036	1,074
≤45 and <50	1,024	2,199	1,471
≤50 and <55	577	1,240	1,989
≤55 and <60	306	657	3,913
≤60 and <65	238	510	1,447
≤65 and <70	301	646	3,329
≤70 and <75	308	662	504
≤75 and <80	142	305	-
≤80 and <85	19	41	-

한 것이며, 2D형태의 소음지도를 이용한 노출인구는 낮은 소음도 영역에서는 과대한 평가와 높은 소음도 영역에서는 과소한 평가를 보였다.

4. 결 론

4.1 2D 형태 소음지도를 이용한 소음노출 인구산정

이 방법은 기존의 설문을 통한 소음노출 인구 산정이나 경험적 계산식을 이용한 방법에 비하여 공간적, 시간적 제약을 받지 않으며, 보다 신속한 결과를 얻을 수 있었다.

또한 이러한 방법은 현재 개발되는 모든 종류의 소음지도와 연계가 가능하며, 운송수단의 증가 및 소음에 영향을 주는 인자의 변화에 따라 예측된 소음지도를 이용하여 소음폭로인구의 변화도 예측할 수 있으며, 대기, 악취와 같은 다른 분야의 환경피해에 따른 폭로인구산출도 가능하다.

4.2 3D 형태 소음지도를 이용한 소음노출 인구산정

한국인의 주거정보를 고려한 주거 인구의 산정은 기존에 획일적으로 계산되던 건물의 주거 인구를 행정구역, 건물의 용도 및 거처의 종류에 따른 세분화

된 계산을 가능하게 했으며, 인구밀도를 이용한 인구산정에서 주거지역 이외(도로, 강, 철도 등)의 면적을 포함한 계산에서 발생하는 오차의 최소화 방법과 고층건물이 밀집한 도시지역의 소음노출인구 산정방법을 제시하였다.

4.3 소음노출인구산정방법의 비교 결과

도시지역 주거환경의 고층화로 인하여 소음노출 산정시 건물의 평면적 해석은 한계가 있으므로, 인구밀도와 면적을 이용한 소음노출인구산정방법보다는 건물정보와 주거형태를 고려한 방법이 보다 공간적인 평가에 적합하였다.

참 고 문 헌

- (1) European Commission Working Group Assessment of Exposure to Noise, 2006, Good Practice Guide for Strategic Noise Mapping and the Production of Associated Data on Noise Exposure, WG-AEN.
- (2) Park, I. S. and Park, S. K., 2003, A study on the Development of Noise Map for Quiet Environment of Urban Areas, Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, pp. 1182~1186.
- (3) Murphy, E., King, E. A. and H. J. Rice., 2009, Estimating Human Exposure to Transport Noise in Central Dublin, Ireland, Environment International, Vol. 35, No. 2, pp. 298~302
- (4) Lam, K. C. and Chung, Y. T., 2012, Exposure of Urban Populations to Road Traffic Noise in Hong Kong, Transportation Research Part D : Transport and Environment, Vol. 17, No. 6, pp. 456~472
- (5) Park, I. S. and Park, S. K., 2005, A Study on the Assessment Method of Noise Exposure Population Using the Over-ride Value Noise Map, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 15, No. 7, pp. 859~864.
- (6) Park, I. S., Kim, J. Y., Byun, K. I. and Park, S. K., 2007, Assessment Method of Noise Exposed Population for Korean House Types, Proceedings of the KSNVE Annual Spring Conference, KSNVE07S-31-06.
- (7) Lee, J. W., Choi, K. H., Seo, C. Y., et al, 2010, Calculation of the Number of Inhabitants Exposed to Road Traffic Noise in a City Scale(I), National Institute

of Environmental Research, NEIR NO. 2010-29-1204.

(8) Kim, J. Y., Park, I. S., Jung, W. H., Kang, D. J. and Park, S. K., 2012, Effects of Vehicle Classification Methods on Noise Prediction Results of Road Traffic Noise Map, Transactions of the Korean Society for Noise and Vibration Engineering, Vol. 22, No. 2, pp. 193~197.



In Sun Park Received his Ph.D. degree in Environmental Engineering from Yonsei University, Korea, in 2007. Currently he is a research engineer of Hyundai Engineering & Construction company, Korea. His research interests are road noise map and architectural vibration.



Jae Sik Park Received his B.S. and M.S. degrees in Environmental Engineering from Yonsei University, Korea, in 2010 and 2012, respectively. He is a Ph.D student in the Department of Environmental Engineering at Yonsei University.

His research interests are road traffic noise.



Sang Kyu Park is a professor in the Environmental Engineering at Yonsei University. He received Ph.D. degree from Texas A&M University in 1991. He is teaching Environmental Noise and Vibration. His research interests

are Environmental Noise and Vibration.